

ABSTRACT OF CITATION 4

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 08289324 A

(43) Date of publication of application: 01.11.96

(51) Int. Cl

H04N 11/04

H03M 7/30

H04N 1/41

(21) Application number: 08042751

(71) Applicant: HEWLETT PACKARD CO <HP>

(22) Date of filing: 29.02.96

(72) Inventor: BERETTA GIORDANO
BHASKARAN VASUDEV
KONSTANTINIDES
KONSTANTINOS

(30) Priority: 27.03.95 US 95 411369

(54) COLOR PICTURE TRANSMITTING DEVICE

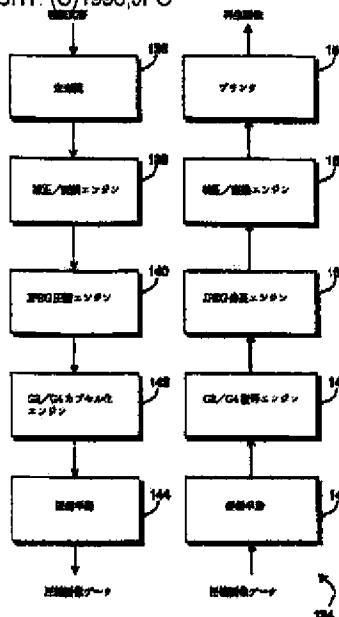
improved without changing the constitutions of the engines 140 and 150.

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the picture quality and processing efficiency of a color picture transmitting device by using quantization tables A, B, and A-SB in such a way that picture data are transmitted together with the table B after the data are compressed and capsuled by using the table A and, after the data are received and compounded, the data are elongated by using the tables B and S.

SOLUTION: A correcting/converting engine (CC) 138 delivers the picture data (VD) of a picture document outputted from a scanner 136 to a JPEG compressing engine 140 having quantization tables (QE and QD) after correcting and converting the data. The engine 140 compresses the VD by using the QE and outputs the compressed VD together with the QD and a G3/G4 capsuling engine 142 capsules the VD. Then a G3/G4 decoding engine 148 decodes the capsuled VD through transmitting and receiving means. A JPEG elongating engine 148 discriminates the scaling from the QE and QD and a CC 152 corrects and converts the elongated VD by using the QD. Then a printer 152 outputs a reproduced picture. Therefore, the picture quality and processing efficiency of a color picture transmitting device can be

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-289324

(43)公開日 平成8年(1996)11月1日

(51) Int.Cl.
 H 04 N 11/04
 H 03 M 7/30
 H 04 N 1/41

識別記号 9185-5C
 9382-5K

F I
 H 04 N 11/04
 H 03 M 7/30
 H 04 N 1/41

技術表示箇所
 Z
 A
 C

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全14頁)

(21)出願番号 特願平8-42751
 (22)出願日 平成8年(1996)2月29日
 (31)優先権主要番号 411,369
 (32)優先日 1995年3月27日
 (33)優先権主要国 米国(US)

(71)出願人 590000400
 ヒューレット・パッカード・カンパニー
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト
 ハノーバー・ストリート 3000
 (72)発明者 ジオダノ・ペレッタ
 アメリカ合衆国94303カリフォルニア州バ
 ロ・アルト、ニューエル・ロード 1760
 (72)発明者 バスデブ・バスカラント
 アメリカ合衆国94043カリフォルニア州マ
 ウンテン・ビュー、アンナ・アベニュー
 375
 (74)代理人 弁理士 岡田 次生

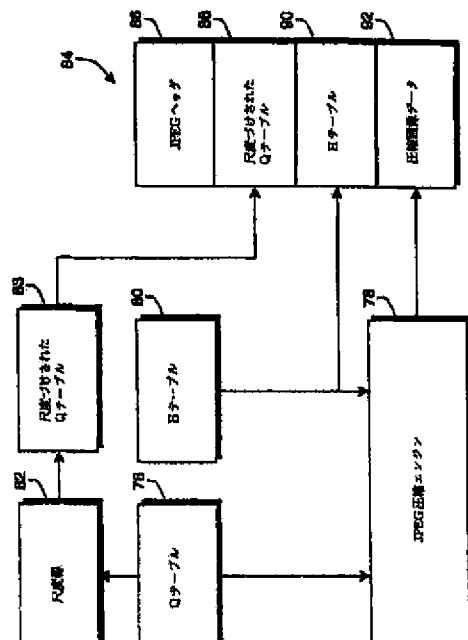
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 カラー画像伝送装置

(57)【要約】

【課題】JPEG圧縮伸張エンジンの構成を変えることなく、走査画像における画像の視覚品質を向上し処理効率の高い圧縮伸張装置および方法を提供する。

【解決手段】画像圧縮には第1量子化テーブル Q_1 を、画像伸張には第2量子化テーブル Q_2 を使用する。 Q_1 と Q_2 は $Q_2 = S \times Q_1$ と関係づけられる。ただし、 S は、そのエレメント $S[k,1]$ が式 $S[k,1]^2 = V[k,1]/V_r[k,1]$ に従って形成される尺度マトリックスである。ここで、 V は基準画像の分散マトリックスで、 V_r は走査画像の分散マトリックスである。尺度マトリックス S を使用して作成される Q_2 が、符号化された量子化画像データと共に、伸張プロセスに伝送され、そこで画像を復元するために使用される。基準画像は理想または目標品質を持つ画像で、走査画像は実際に走査機構によって走査される画像またはそれと同等のものである。 Q_2 の使用によって、伸張される画像品質をオリジナルの画像品質に近づけることができる。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】カラー画像を、該カラー画像を表すソース画像データに変換する手段および上記ソース画像データを圧縮画像データに圧縮する圧縮エンジンを備えるカラー画像伝送装置であって、

上記圧縮エンジンが、

上記ソース画像データを変換された画像データに変換する変換手段と、

複数エレメントからなる第1の量子化テーブル Q_1 を記憶する手段と、

上記第1の量子化テーブルに含まれるエレメントに従って、上記変換された画像データを量子化された画像データに変換する量子化手段と、

上記第1の量子化テーブルと同一ではない第2の複数エレメント量子化テーブル Q_2 を記憶する手段と、

エントロピー・テーブルを使用して上記量子化された画像データを符号化された画像データに変換するエントロピー符号化手段と、

上記符号化された画像データ、上記第2の量子化テーブルおよび上記エントロピー・テーブルをカプセル化することによって1つのカプセル化されたデータ・ファイルを形成するカプセル化手段と、

上記カプセル化されたデータ・ファイルを伝送する手段と、

を備える、カラー画像伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、グレイスケールおよびカラーの連続階調静止画像に対してJ P E G圧縮規格を使用するデータ圧縮に関するものである。

【0002】

【従来の技術】"Joint Photographic Experts Group (合同写真技術専門家グループ)"の略称である"J P E G"として知られる委員会が、グレイスケールおよびカラーの連続階調静止画像を圧縮するための規格を確立した。この規格は、再生可能画像品質と圧縮率の間の妥協点を表している。非圧縮画像の圧縮画像に対する比率と定義される圧縮率を許容できる度合いにするように、J P E G規格は、喪失圧縮技術を採択した。2000 D P I の8.5"×11"のカラー画像に対して10メガバイトのオーダーの膨大なデータ量が必要であることを所与とすれば、喪失圧縮技術を必要とした。しかしながら、J*

$$Y[k, l] = \frac{1}{4} C(k) \cdot C(l) \left[\sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 S(x, y) \cdot \cos \frac{(2x+1)k\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)l\pi}{16} \right]$$

ただし、 $k, l = 0$ の場合 $C(k), (C_l) = 1/2^{1/2}$ でその他の場合 $C(k), (C_l) = 1$ 。

【0007】変換16の出力は、D C T基底ベクトルに対応する8×8ブロックのD C Tエレメントまたは係数

* P E G規格を慎重に実施することによって、画像の喪失を画像のわずかな領域に限定することができ、非圧縮画像に比較して喪失を許容できる程度にとどめることができる。この技術を使って達成できる圧縮率は、10:1から50:1の範囲にある。

【0003】図1は、J P E G圧縮規格の典型的な実施のブロック図を示す。このブロック図は、圧縮エンジンと呼ばれる。圧縮エンジン10は、C I E L A Bのような所与のカラー空間でソース画像を表すソース画像データに作用する。ソース画像データは、画像が捕捉された方法によって決定される特定の解像度を持つ。ソース画像データの個々のデータのそれぞれは、画像ピクセルを表す。さらに、ピクセルは、画像ピクセルを表すために使われるビット数によって定まる深度を持つ。

【0004】ソース画像データは、典型的には、ラスター・ストリーム・データとして形式化される。しかし、圧縮技術は、データがブロックで表されることを必要とする。ブロックは、ソース画像データの2次元部分を表す。J P E G規格は、8×8ブロックのデータを使う。したがって、ラスターからブロックへの変換装置12は、ラスター・ソース画像データを8×8ブロックのソース画像データに変換する。また、ソース画像データは、符号なし整数から符号付き整数へシフトされ、圧縮プロセスの次の段階のため適切な形式に変換される。次に、これら8×8ブロックは、バス14を通して離散コサイン変換器16に転送される。

【0005】離散コサイン変換器16は、離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transformの頭文字をとってD C Tと略称される) を使って、ソース画像データを変換する。従来技術の画像処理において既知のように、D C Tは、8×8ソース画像データを、各々がD C T基底ベクトルに対応する64個のD C Tエレメントまたは係数に分解する。これらの基底ベクトルは、D C T空間の基本単位である独特な2次元(2 D) "空間波形"である。これらの基底ベクトルは、独特の画像を表すものとみなされ、いかなるソース画像もこれらの独特な画像の加重線和に分解することができる。離散コサイン変換は、下記数1で示される前進離散コサイン(F D C T) 関数を使用する。

【0006】

【数1】

である。次に、変換された画像データのブロックが、バス18を経由して量子化器20に転送される。量子化器20は、圧縮エンジン10への入力として指定されなければならない64個のエレメント量子化テーブル24を

使用して64個のDCTエレメントを量子化する。量子化テーブルの各エレメントは、1から255までの整数値であって、対応するDCT係数に対する量子化器のステップサイズを指定する。量子化の目的は、所望の画像品質を達成するために必要とされる精度を越えないDCT係数を表すことによって最大圧縮率を達成することである。量子化は、多数対単数マッピングであるので、基本的には喪失型である。上述のように、喪失を画像のわずかな面に制限する量子化テーブルは、再生される画像が許容可能な程度以上にソース画像と異なるように設計されている。

【0008】量子化器20は、各DCT係数と対応する量子化テーブル・エレメントの間の単純な除算を実行する。量子化器20が分数の剰余を無視するので、喪失が発生する。量子化閾数は、次の式で表される。

【0009】

【数2】 $Y_q[k, l] = \text{整数丸め}(Y[k, l]/Q[k, l])$

ただし、 $Y[k, l]$ は、 (k, l) 番目のDCTエレメントを表し、 $Q[k, l]$ は対応する量子化テーブル・エレメントを表す。

【0010】ソース画像を再生するためには、対応する量子化されたDCT係数を量子化テーブル・エレメントに乘ずる逆ステップが実行される。逆量子化ステップは、次の式によって表される。

【0011】

【数3】 $Y'[k, l] = Y_q[k, l] \cdot Q[k, l]$

明確なように、量子化ステップの間に破棄された端数部分は復元されない。このようにして、その情報は永久に失われる。量子化ステップが画像品質に対し潜在的影響を有するので、量子化テーブルの設計に関して相当の努力が傾注してきた。これらの努力については、後述のJPEG圧縮技術の最終ステップの後で更に説明する。

【0012】JPEG規格の最終的なステップは、エントロピー符号器28によって実行されるエントロピー符号化である。エントロピー符号器28は、バス22を通して量子化器20に接続し量子化された画像データをそこから受け取る。エントロピー符号器は、統計的特性に基づき量子化されたDCT係数を更に圧縮して符号化することによって喪失のない追加の圧縮を達成する。JPEG規格は、ハフマン(Huffman)符号化および算術符号化という2つのエントロピー符号化方法を指定する。図1の圧縮エンジンは、ハフマン符号化が使われることを仮定する。ハフマン符号化は、従来技術で既知の通り、1つまたは複数セットのハフマン符号テーブル30を使用する。これらのテーブルは、特定の所与の画像についてあらかじめ定められまたは計算されることができる。ハフマン符号化は、喪失のない高度な圧縮を生成する既知の符号化技術である。従って、エントロピー符号化器28の動作についてこれ以上説明しない。

【0013】図2には、典型的なJPEG圧縮ファイル34が概略的に示されている。圧縮ファイルは、JPEGヘッダ36、圧縮プロセスで使われる量子化(Q)テーブル38ならびにハフマン(H)テーブル40、および圧縮された画像データ42を含む。適切なQテーブルが使われる時、この圧縮ファイル34からオリジナルのソース画像イメージとみわけのつかない画像データを抽出することができる。以下に図3を参照してこの抽出プロセスを説明する。

【0014】JPEG伸張エンジン43が図3に示されている。伸張エンジンは、本質的には圧縮エンジン10の逆の動作をする。伸張エンジンは、圧縮画像データをヘッダ抽出器44で受け取り、Hテーブル、Qテーブルおよびヘッダに含まれる情報に従って圧縮画像データを抽出する。HテーブルはHテーブル46に記憶され、QテーブルはQテーブル48に記憶される。次に、圧縮画像データは、エントロピー復号器50へバス52を経由して送出される。エントロピー復号器は、Hテーブル46を使用してハフマン符号化圧縮画像データを復号する。エントロピー復号器50の出力は、量子化されたDCTエレメントである。

【0015】次に、量子化DCTエレメントは、バス56を経由して逆量子化器54に転送される。逆量子化器54は、量子化DCTエレメントにQテーブル48中の対応する量子化テーブル・エレメントを乗ずる。上述のように、量子化ステップが圧縮画像データの転送の前に分数の剰余を切り捨てまたは破棄したので、この逆量子化ステップは、オリジナルのソース画像データを生成しない。

【0016】次に、逆量子化DCTエレメントは、逆離散コサイン変換器(IDCT)57にバス59を経由して渡され、逆離散コサイン変換(IDCT)を使用してデータを元の時間領域に戻るように変換する。逆変換されたデータは、バス60を経由してブロック/ラスター変換器58へ転送され、そこで、DCTエレメントのブロックが伸張されたソース画像データのラスター・ストリングへ変換される。伸張されたソース画像データによってオリジナルのソース画像の複製が再生成される。しかしながら、再生成されたソース画像は、オリジナルのソース画像の正確な複製ではない。上述のように、データ圧縮プロセスの量子化ステップにおいて、データのなににかしかの喪失が発生している。しかし量子化テーブルを慎重に設計することによって、従来技術の方法は、喪失を画像の視覚的にわずかな部分にとどめている。

【0017】JPEG規格は、量子化テーブル、輝度チャネルに関するものとクロミナンス・チャネルに関するものとの2つの量子化テーブルの例を含む。これらのテーブルは、ISO発行の"Information technology - digital compression encoding of continuous - tones still images - part 1: Requirements and Guidelines"(ISO

/IEC IS10918-1, October 20, 1992)の中で参照できる。これらのテーブルは、それぞれK.1およびK.2テーブルとして知られている。これらのテーブルは、YUVカラー空間で表現されるカラー画像の圧縮を許容可能な範囲の喪失にとどめるように意図して設計されている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】これらのテーブルは、視覚的に心地よい画像になるが、特定のアプリケーションに関しては圧縮率がむしろ低くなる。圧縮率は、量子化テーブルのエレメントの各々に適用される均一な乗数パラメータであるいわゆるQ因子またはスケーリング因子を設定することによって変更することができる。Q因子が大きいほど圧縮率は大きくなる。しかし、たとえオリジナルのテーブルが喪失を許容できる程度におさえるように設計されたとしても、大きいQ因子は、再生画像に、一定のカラーの領域における濃淡のむらまたはテキスト拡大文字における環状むらのような人為的歪みを持ち込む。このような人為的歪みは、再生画像の後処理で、階調再現曲線修正段階を通すことにより、あるいは、画像を区画化してテキストを別に処理することによって、効果的に消し去ることができる。しかし、そのような方法は新たな人為的歪みを容易に持ち込むので、そのような方法は理想のものではない。

【0019】Q因子アプローチが不適正である結果、J P E G離散量子化テーブルに対する別の設計方法がいくつか提案された。これらの方法は許容可能なものとして分類できるが、ここでいう許容可能とは、人が可視可能なシステム(すなわちH V S)に基づくかまたは情報理論の判断基準に基づいて許容可能であることを意味する。また、これらの方法は、主観的かまたは統計的冗長度の除去に基づくものとして設計されている。

【0020】量子化が、画像劣化の唯一の原因ではない。カラー・ソース画像データ自体も妥協処理されているかもしれない。走査されたカラー画像については、カラー走査機構の固有の制限のために画像の視覚品質が劣化する可能性がある。これらの制限は、主として、変調変換関数(M T F)すなわちmodulation transfer function)の制約および誤登録(すなわちmisregistration)という2種類のものである。変調変換関数とは、走査プロセスの数学的表示または変換関数を指す。M T Fによって走査プロセスを表現する場合に固有の制限が存在し、これらの制限が、グレイ調表現のあいまいな黒いテキスト・グリフィー(lyphy)を生み出すピクセル混同の主因である。誤登録とは、種々の周波数帯域に対する走査機構センサの相対的配置エラーを指す。例えば、ヒューレット・パッカード社のScan Jet IIDmは、緑に対する赤と青について+/-0.078ミリメータのカラー誤登録許容範囲を持つ。(例えば、300 D P Iにおける0.08 mmという) 画像ピクセルのサイズを考慮すれば、この量の誤登録は重大である。

【0021】明確な輪郭が読み取り効率にとって非常に重要であるので、これらの制限はカラー画像のテキストの質を大幅に劣化させる。しかしながら、テキストの視覚品質は、従来技術の輪郭強化技術を使用することによって改善することができる。輪郭強化は、空間的または周波数領域(domain)において実行できる。(R G Bのような)空間的領域では、輪郭強化は、輪郭強化カーネルを用いて走査画像の離散的な疊込みによって実行することができる。このアプローチは、高域ろ過器を用いて画像をろ過することに等しい。しかし、この技術は計算の負荷が大きい。例えば、M × N疊込みカーネルは、ピクセルあたりMN回の乗算および加算を必要とする。

【0022】周波数領域における輪郭強化については、先ず、画像全体を高速フーリエ変換(F F T)または離散フーリエ変換(D F T)を使って周波数領域に変換し、低周波数成分は落とし、次に画像を時間領域へ変換する。この周波数領域方法も、空間的領域方法と同様に、計算負荷が大きい。さらに、それは、J P E G規格によって要求されるものと異なる変換を使用する。このように、走査画像における画像、特にテキストの視覚品質を向上する計算効率の高い圧縮方法が求められている。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は、画像を圧縮するため第1の量子化テーブル(Q_1)を使い、画像を伸張するために第2の量子化テーブル(Q_2)を使用することを含む画像圧縮伸張の技術を提供する。圧縮および伸張は、一般的に、J P E G規格に準拠して実行される。第2の量子化テーブル Q_2 は、下記の式の一般的表現に従って第1の量子化テーブル Q_1 と関係づけられる。

【0024】

$$【数4】 Q_2 = S \times Q_1 + B$$

ただし、Sは、そのエレメント $S[k,1]$ が下記の式の表現に従って形成される尺度マトリックスである。

【0025】

$$【数5】 S[k,1]^2 = V^*[k,1] / V_1[k,1]$$

ここで、 V^* は基準画像の分散マトリックスで、 V_1 は走査画像の分散マトリックスであり、Bはゼロまたは非ゼロのエレメントを含むことができる輝度マトリックスである。尺度マトリックスSを使用することによって、D C 40 Tエレメントの高周波コンポーネントを、付加的計算を必要とせずに「改良する」ことができる。本発明に従って作成された第2の量子化テーブル Q_2 が、符号化された量子化画像データと共に、伸張プロセスに伝送され、そこで画像を復元するため使用される。

【0026】上記において基準画像は、事前選択された連続階調画像であり、処理されるべき画像に応じてグレイスケールかカラーのいずれをも選択することができる。基準画像は、目標画像ファイルにレンダリング(表現)される。目標画像ファイルは走査機構によって生成されないので、そのデータはいかなるカラー走査機構の

固有の制限によっても影響されることはない。従って、画像のエネルギーまたは周波数内容の統計表示である目標画像データの分散は高周波コンポーネントを保持する。基準画像は、連続階調画像であることができるが、好みの実施形態では、ひげ飾り(serif)フォントが、本発明が意図する良好な視覚品質を有しているので、基準画像は、ひげ飾りフォントで表されるテキストを含む。

【0027】また上記の走査画像は、どのような画像でもよいが、一例として、基準画像の印刷バージョンとすることができる。かくして、走査画像の分散は、基準画像のエネルギーまたは周波数成分を表すが、走査機構の固有の制約の影響を受けている。従って、上記のように基準画像および走査画像の分散マトリックスを基にして生成される尺度マトリックスを第1の量子化テーブルに適応することによって作成される第2の量子化マトリックスは、伸張プロセスによって再生成される画像品質をオリジナルの画像品質に近づける作用を持つ。

【0028】本発明の別の一面に従って、上記本発明の方法を実施するカラー・ファクシミリ(ファックス)機が提供される。該カラー・ファクシミリ機は、カラー画像をカラー・ソース画像データにレンダリングまたは変換する走査機構、カラー・ソース画像データを圧縮画像データに圧縮する圧縮エンジン、圧縮されたデータを他の情報とともにカプセル化する手段、およびカプセル化されたデータを伝送する手段を含む。圧縮エンジンは、離散コサイン変換を使用して画像データを量子化するためにしようする第1の量子化テーブルと、カプセル化されるデータに含まれて伸張プロセスで使用されるための第2の量子化テーブルを含む。第2の量子化テーブルは、上述のように、第1の量子化テーブルと関係づけられる。ファクシミリの受信側で、この第2の量子化テーブルを使用して受信した画像データを伸張することによって、従来技術では得られない高品質の画像を復元できる。

【0029】

【発明の実施の形態】

量子化プロセスの概要

本発明によるテキスト/画像強化技術は、JPEG規格によって必ず必要とされる復号化または逆量子化プロセスに統合される。本発明は、次の2つの異なる量子化テーブルを使うことによって両者を統合する。すなわち、圧縮プロセスの間に画像データを量子化する際に使用される第1の量子化テーブル(Q_1)、および伸張プロセスの間に復号または逆量子化のために使用される第2の量子化テーブル(Q_2)の2つのテーブルである。2つのテーブルの間の差、具体的には、2つのテーブルの比率が、2つのプロセスにおいて実行される画像強化の量を決定する。画像強化と逆量子化プロセスを統合することによって、本発明は、従来の圧縮および伸張プロセス

に必要とされた計算量を越える計算を必要としない。

【0030】本発明の動作を理解するため、以下の数学的導出が必要である。 Q_1 を伸張プロセスの間に復号または逆量子化する際に使用される量子化テーブルとし、量子化プロセスの間に使用される量子化テーブル Q_2 と上記 Q_1 は下記方程式(1)のように関係づけられる。

【0031】

$$[数6] Q_2 = (S \times Q_1) + B \quad (1)$$

ただし、 S は、第1の量子化テーブル Q_1 の各エレメントに尺度値を乗することによって第2の量子化エレメントの対応するエレメントを導出するため使用される尺度マトリックスである。マトリックス S は、真のマトリックス乗算を行うように使用されるのではなく、乗算はエレメント対エレメントで行われる。第1の量子化テーブル Q_1 のエレメントそれぞれに対して、尺度マトリックス S の中に対応するエレメントがあり、両者の対応するエレメント同士を乗することによって、第2の量子化テーブル Q_2 の対応するエレメントが作成される。

【0032】マトリックス B は、DCTエレメントのDCレベルを変化させることによって画像の輝度に影響を及ぼすことができるいわゆる輝度マトリックスである。 B マトリックスのエレメントは、所望の輝度に基づいてゼロか非ゼロ値を含むことができる。しかし、以下の説明および導出を単純化する目的のため、マトリックス B は、ゼロ値エレメントのみを含むものと仮定する。

【0033】本発明のテキスト/画像強化技術は、画像の統計的属性を表現する分散マトリックスを使用する。分散マトリックスは、 $M \times M$ マトリックスであって、分散マトリックスの各エレメントは、全画像に対する対応するDCT係数の分散に等しい。分散は既知の伝統的方法で計算される。

【0034】輪郭強化技術は、本質において、伸張された画像の分散マトリックス($V_{[k,1]}$)を基準画像の分散マトリックス($V^{[k,1]}$)と合致させようと試行する。両者の合致の試行は、上記の量子化テーブルの尺度づけによって実行される。これを実現するため、非圧縮画像と圧縮画像の間の関係が利用される。以下の導出がこの関係を明確にする。

【0035】 $V^{[k,1]}$ が基準画像の $[k,1]$ 周波数成分の分散を示すものとする。理想的には、この画像は、本技術が維持しようとする重要な属性、すなわち例えばテキスト画像である。この分散マトリックスは、それが走査機構によってカラー・ソース画像データにレンダリングされず、後述のようにソフトウェアによって理想形式にレンダリングされるという意味において、理想画像または基準画像に関するものである。このため、基準画像のカラー・ソース画像データは、走査機構の固有の制限による画像劣化による悪影響を内包しない。従って、基準画像の分散は、オリジナルの基準画像の高周波特性を保持する。

【0036】本方法は、量子化テーブルを修正することによって基準画像の分散とほぼ同じ分散を持つ伸張画像を生成するものである。このため、本方法は以下の関係を作成する。

【0037】

$$[数7] V_{r'}[k, l] = V[k, l] \quad (2)$$

しかし、伸張画像(Y')は、次式(3)によってオリジナルの量子化された画像(Y_0)と関係づけられる。

【0038】

$$V_{r'}[k, l] = \text{Var}(Y'[k, l]) = \text{Var}(S[k, l]Y_0[k, l]Q[k, l]) \quad (3)$$

V_r をオリジナルの非圧縮画像の分散とすれば、上式は、次のようになる。

【0041】

$$[数11] V_r[k, l] = S[k, l]V_{r'}[k, l] \quad (6)$$

式(6)を式(2)に代入することによって、尺度マトリックスSと、基準画像(V')ならびにオリジナル画像(V_r)の分散の間の関係を示す次式(7)が得られる。

【0042】

$$[数12] S[k, l]^2 = V[k, l] / V_r[k, l] \quad (7)$$

従って、尺度マトリックスSを適切に形成することによって、JPEG圧縮画像の分散を基準画像の分散の水準に格上げすることができる。

【0043】本発明の好ましい実施方法

図4には、本発明に従って、尺度づけされる量子化テーブルを形成する方法が示されている。第1のステップ6-4は、基準画像を生成することである。本発明の好ましい実施形態において、この基準画像は、本発明の方法が維持することを意図する特定の特性値またはエレメントを具体化する。好ましい実施形態において、そのようなエレメントには、Times Romanのような飾りつきフォント(serif font)のようなタイプフェースを持つ読みやすいテキストが含まれる。テキスト画像鮮明化方法が保持することを意図するものが基準画像の周波数またはエネルギー特性であるので、基準画像の選択は重要である。方法が統計的であるので、多数の典型的な画像に対する平均値算出によって、得られる結果の品質を改善することができる。そのような典型的な画像の例は、(例えば、PalatinoやDevanagariのような)種々のフォント、筆跡、短縮形、線描、系統図、バーコード等を使用する画像である。そのような種々の画像は、多くのクラスに分類することができる。

【0044】この基準画像生成ステップ6-4は、Adobe IllustratorまたはMicrosoft WordなどのワードプロセッサあるいはDTP適用業務を典型的には使用して、コンピュータ上で実行される。画像はコンピュータに入力され、適用プログラムによって基準画像データにレンダリング(すなわち表現)される。基準画像データは、後のステップで処理が可能となるような、CIELABまたはRGBのような適切なカラー空間で表現される。このプロセスは、先ず画像をAdobe Postscriptファイル

$$* [数8] Y'[k, l] = Y_{0t}[k, l] Q_t[k, l] \quad (3)$$

方程式(3)に方程式(1)を代入することによって、次式(4)が得られる。

【0039】

$$[数9] Y'[k, l] = Y_{0t}[k, l](S[k, l]Q_t[k, l]) \quad (4)$$

従って、伸張画像の分散($V_{r'}$)は次式(4)によって表される。

【0040】

【数10】

$$* [数10]$$

で表現し、次に、DisplayPostscriptを用いてAdobe Postscriptファイルをカラー・ソース画像データのビットマップに表現する。別の方法としては、ヒューレット・パッカード社のPCL言語のようなページ記述言語を用いて画像を記述し、次に、適当なレンダリング・プログラムによってビットマップに表現することもできる。

【0045】基準画像が生成され、基準画像データに表現された後、ステップ6-6において、基準画像の平均エネルギーが決定される。好ましい実施形態において、この

20ステップは、基準画像データについて分散マトリックスS(V')を計算することを含む。分散マトリックスSは、従来技術において知られているように、画像に含まれる周波数成分またはエネルギーを統計的に表す。走査された画像と違って、走査機構の誤登録およびMTF制限による影響を受けていないので、基準画像はいかなるカラー走査機構固有の制限の影響も受けない。それゆえ、基準画像に関する分散は、基準画像の視覚品質にとって重要な高周波エネルギーを保持する。

【0046】ステップ6-8で、走査画像が、走査される30か、あるいは、1つまたは複数の事前に記憶された走査画像から選択される。この走査画像は、走査機構の固有の制限の影響を受けているものである。この走査画像はどのような画像でもよいが、好ましい実施形態では、それは、ステップ6-4で生成された基準画像の走査バージョンであるか、あるいは、平均化された基準画像を形成するために使用された画像と同じタイプのものである。

【0047】次に、ステップ6-8の場合と同様に、走査画像の平均エネルギーがステップ7-0で決定される。平均エネルギーは、走査画像の分散マトリックス(V_r)によって表される。次に、ステップ7-2で、基準画像の分散マトリックス(V')と走査画像の分散マトリックス(V_r)を使用して、尺度マトリックスSが計算される。このステップには、尺度マトリックスSのエレメント毎に上記方程式(7)を解くことが含まれる。最後に、ステップ7-4で、量子化テーブルの尺度づけバージョンが計算される。このステップは、方程式(1)によって表される通りの単純なエレメント別乗算である。

【0048】尺度テーブルの使用形態を図5を使用して明らかにする。図5において、第1のQテーブル・セット7-6が、JPEG圧縮規格に従って画像データを圧縮

11

するJPEG圧縮エンジン78へ提供される。圧縮エンジン78は、Qテーブル76を使って量子化ステップを実行する。圧縮エンジン78は、また、上述のように、ハフマン・テーブル80を使用してエントロピー符号化を実行する。

【0049】次に、Qテーブル76が、図4を参照して上述した方法62を使用する尺度器82によって尺度付けされる。次に、JPEGヘッダ86、尺度づけされたQテーブル88、Hテーブル90および圧縮画像データ92を含むJPEG形式ファイル84が形成される。Qテーブル76を使用して量子化が実行されたが、尺度づけされたQテーブルが、伸張プロセスでの使用のため伝送される。尺度マトリックスによって表される2つの量子化テーブルの間の差が、本発明によるテキスト／画像強化技術が実現する目標である。本発明の利点の1つは、本発明の画像強化技術を実行するため、伸張エンジンに対して何ら変更を加える必要がないことである。伸張エンジンは、尺度づけされてないQテーブルを使う場合と同様の方法で、尺度づけされたQテーブルを使う。このように、図3の従来技術の伸張エンジンは、そのまま、本発明に従って圧縮された画像を伸張することができる。それだけでなく、この伸張エンジンは、本発明によって改善された画像品質を保ちながら画像伸張を実行することができる。加えて、尺度づけされたQテーブルは事前にコンパイルしメモリに記憶することができる。尺度づけステップをリアルタイムで実行する必要がない。従って、本発明のこの好ましい実施形態は尺度器82を必ずしも必要としない。

【0050】代替的形態として、尺度づけステップを圧縮側でなく伸張側で実行することもできる。本発明のこのような形態に従ってテキスト／画像強化技術を実施する伸張エンジン94が図6に示されている。伸張エンジン94は、本発明に従うテキスト／画像改善技術を実施しない従来技術の圧縮エンジンと連係させて使用するともできる。

【0051】伸張エンジン94は、HテーブルおよびQテーブルを抽出するヘッダ抽出器96を含む。Hテーブルは、圧縮画像データを復号するためエントロピー復号器98によって使われる。次に、伸張エンジンによって受け取られたQテーブルは、尺度器100によって上記方程式(7)に従って尺度づけされる。分散マトリックス(∇ および ∇_{\perp})が、尺度づけプロセスでの使用のため尺度器に記憶される。次に、尺度づけされたQテーブルは、逆量子化ステップを実行する逆量子化器104による使用のため、ランダム・アクセス・メモリー102に記憶される。尺度づけされたQテーブルが逆量子化ステップで使われる所以、本発明に従うテキスト／画像改善技術がこのステップで実施される。次に、逆量子化画像データはIDCT105によって変換され、ブロック／ラスター変換器106によってラスタ化される。改善されたテ

12

キスト／画像ソース画像データが上記ステップの成果である。

【0052】このように、テキスト／画像改善技術は、伸張側か圧縮側かどちらかで実施することができるが、両側で実施する必要はない。伸張エンジン94および圧縮エンジン78が一緒に使われるとすれば、尺度づけが圧縮側で実行される場合尺度器100をバイパスするなんらかの方法が必要である。尺度づけを圧縮側で実行すべきか、あるいは、伸張側で実行すべきかを識別するためのタグ・フィールドをJPEGヘッダに含めることは可能である。しかし、これは、JPEGファイルにおけるJPEG適用業務マーカーの使用を必要とする。従って、圧縮側で量子化テーブルに尺度をつけ、その尺度づけされた量子化テーブルを伸張エンジンに伝送することが、本発明にとって好ましい方法である。これは、伸張エンジンまたはJPEG規格に対しどのような変更をも必要としない。

【0053】本発明に従った圧縮エンジンが上述のように専用ハードウェアで実施されるけれども、これに代えて、インテル80486かベンティアムまたはヒューレット・パッカード社PA-RISCのようなマイクロプロセッサを持つコンピュータ上で動作するソフトウェアによって実施することもできる。ソフトウェアでの実施の場合、事前計算またはリアルタイム計算いずれかの種々のテーブルが、圧縮および伸張プロセスの間、ダイナミックRAM(DRAM)に記憶され、本発明の方法の種々のステップが、ソフトウェア・プロセスまたはルーチンによって実行される。所望の処理能力とコストに応じて、本発明に従って圧縮および伸張またはそのいずれかを実施するために使用できる多数のハードウェアおよびソフトウェアの組合せが存在する。組合せが多すぎるので個別に記述することはできないが、当業者が本明細書の記述に基づいてそのような組合せを実施することは可能であろう。

【0054】装置の実施形態

本発明に従うJPEG圧縮および伸張エンジンを使用するカラー・ファクシミリ機134が図7に示されている。カラー・ファクシミリ機134は、関連しているが独立した2つのコンポーネント、すなわち送信コンポーネントおよび受信コンポーネント、を含む。送信コンポーネントは、物理的画像ドキュメントを受け取り、受け取った物理画像をカラー・ソース画像データにレンダリング(表現)または変換する走査機構136を含む。次に、カラー・ソース画像データは、補正／変換エンジン138に渡され、走査機構における特定の変形に関して補正され、適切に形式化される。この変換は、あるカラー空間(例えばRGB)から別の空間(例えばCIELAB)への変換を含むことができる。

【0055】補正され変換されたカラー・ソース画像データは、次に、本発明に従って形成される2つの量子化

テーブル (QE および QD) を有する JPEG 圧縮エンジン 140 に渡される。

【0056】JPEG 圧縮エンジンは上述の方法でソース画像データを圧縮画像データへ圧縮して、それを第 2 の Q テーブル (Q_0) と共に G3/G4 カブセル化エンジン 142 へ渡す。カブセル化エンジン 142 は、改訂 T.30 G3 ファクシミリ規格に従って圧縮画像データをカブセル化するステップを実行する。G3 に代わって、カブセル化が、T.30 G4 ファクシミリ規格に従って動作する同等機械用の G4 についてのものでもよい。次に、カブセル化されたデータは、伝送手段 144 を介して限定的帯域チャネルを通して伝送される。好ましい実施形態では、この伝送手段はモデム（変調装置）を含むが、直接伝送回路を含むこともできる。

【0057】受信側では、カラー・ファックス機 134 は、受信手段 146 を含むが、好ましい実施形態では、この受信手段はモデム（変調装置）を使用するが、同等の直接受信回路でもよい。受け取られた圧縮画像データは、G3/G4 復号エンジン 148 によって復号される。エンジン 148 は、適用できる G3 か G4 のファクシミリ規格に従って圧縮画像を復号する（またはカブセル化を解く）。次に、復号された圧縮画像データが、JPEG 伸張エンジン 150 によって伸張される。好ましい実施形態においては、図 6 に示されるこの伸張エンジンは、Q テーブル尺度器を含む。さらに、伸張エンジン 150 は、Q テーブルが圧縮プロセスにおいて尺度づけされたか否かを判断する手段を含む。上述のように、この動作は、ヘッダ・ファイルを復号することを含む。代替的形態として、尺度づけした Q テーブルのセットを事前に計算して受信コンポーネントのメモリに記憶しておき、エンジン 150 による伸張プロセスでそれを使用する。別の実施形態では、エンジン 150 は、尺度づけが圧縮プロセスで実行されたと仮定して、Q テーブルを受け取るまに使用することもできる。

【0058】次に、伸張されたソース画像データは、補正／変換エンジン 152 に渡され、ソース画像データを、カラー・ファックス 134 に含まれるカラー・プリンタ 154 によって要求されるカラー空間へ変換される。カラー・プリンタ 154 は、インクジェットまたはインパクト電子写真などの印刷技術を使用して、画像を複製する。複製されるカラー画像においては、本発明に従って形成される尺度づけされた Q テーブルを使うことによって、画像データのリアルタイム処理を必要とすることなく画像のテキスト／画像品質が改善される。本明細書に記述されるテキスト／画像改良技術は、その実施のため、JPEG 規格によって既に要求されている処理を利用する。このようにして、製品のコスト全体は影響を受けない。

【0059】カラー・ファクシミリ機 134 は、圧縮および伸張プロセスの間の使用のため、複数の異なる尺度

づけされた量子化テーブルを含むことができる。上述の方法を使用して、これらの種々の尺度づけされた量子化テーブルを、各テーブルが、異なる基準画像または所与のタイプについてのいくつかの画像の平均を使用する形態で形成するように、事前計算することができる。これらの異なる基準画像は、異なるテキストまたは画像特性を改良するため選択することができる。ユーザは、画像強調技術がユーザの画像について最適化することができるよう、所望の画像に合致する特定の尺度づけされた量子化テーブルを選択することができる。好ましい実施形態では、機械 134 は、ユーザの選択を識別するユーザ可動選択装置を含む。ファックス機 134 の送信コンポーネントは、ユーザの選択に応答して、適切な尺度づけされた量子化テーブルを選択する。

【0060】カラー・ファクシミリ機がグレイスケール・モードで使われる場合も上述と同様の方法をグレイスケール・ファクシミリ機に適用することができる。この場合、輝度チャネルだけが使われる。従って、用語カラーは、本明細書では、カラーおよびグレイスケールを指す。

【0061】カラー・ファクシミリ機 134 は、本発明の JPEG 圧縮および伸張エンジンに関する 1 つの応用例にすぎない。上述の方法によって形成された量子化テーブルは、JPEG 圧縮を必要とするどのような形態においても使うことができる。そのような適用形態は、典型的には、限定された帯域幅機能を有するものである。そのような限定された帯域幅実施形態の別の例は、パーソナル・コンピュータまたはワークステーションである。そのような実施形態では、カラー画像は、POSTSCRIPT のような種々の異なる形式で表現され、画面に表示される。JPEG 圧縮を使用して、これらのカラー画像を圧縮して、限定帯域幅チャネル上に圧縮画像をより効率的に伝送することが可能となる。

【0062】以上、本発明の原理を好ましい実施形態を用いて図解しそして説明したが、その原理を逸脱することなく、本発明をその詳細な構成において修正することができるることは、当業者にとって明白であろう。例えば、本発明が JPEG 圧縮規格に関して記述されたけれども、その方法は MPEG、H.261 またはその他の圧縮規格にも同様に適用することができる。

【0063】本発明には、例として次のような実施様態が含まれる。

(1) カラー画像を、該カラー画像を表すソース画像データに変換する手段および上記ソース画像データを圧縮画像データ化圧縮する圧縮エンジンを備えたカラー画像伝送装置であって、上記圧縮エンジンが、上記ソース画像データを変換された画像データに変換する変換手段と、複数エレメントからなる第 1 の量子化テーブル Q_1 を記憶する手段と、上記第 1 の量子化テーブルに含まれるエレメントに従って、上記変換された画像データを量子

化された画像データに変換する量子化手段と、上記第1の量子化テーブルと同一ではない第2の複数エレメント量子化テーブル Q_b を記憶する手段と、エントロピー・テーブルを使用して上記量子化された画像データを符号化された画像データに変換するエントロピー符号化手段と、上記符号化された画像データ、上記第2の量子化テーブルおよび上記エントロピー・テーブルをカプセル化することによって1つのカプセル化されたデータ・ファイルを形成するカプセル化手段と、上記カプセル化されたデータ・ファイルを伝送する手段と、を備える、カラー画像伝送装置。

(2) あらかじめ定められる関数に従って、上記第1の量子化テーブル Q_b を尺度づけすることによって上記第2の量子化テーブル Q_b を作成する尺度づけ手段を更に備える、上記(1)に記載のカラー画像伝送装置。

(3) 上記第2の量子化テーブルが、基準画像エネルギーと走査画像エネルギーのあらかじめ定められた関数に従って上記第1の量子化テーブルに関係づけられる、上記(1)に記載のカラー画像伝送装置。

(4) V を基準画像の分散マトリックス、 V_r を走査画像の分散マトリックスとする時、 S を、式 $S[k,1]^2 = V[k,1]/V_r[k,1]$ によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントに持つ尺度マトリックスとして、上記あらかじめ定められた関数が、式 $Q_b = S \times Q$ によって与えられる、上記(1)に記載のカラー画像伝送装置。

(5) カラー画像を、該カラー画像を表すソース画像データに変換する上記手段が、カラー走査器と、カラー・ソース画像データをガンマ補正する手段と、上記カラー・ソース画像データを第1のカラー空間から第2のカラー空間へ変換する手段と、を含む上記(1)に記載のカラー画像伝送装置。

(6) カラー画像を、該カラー画像を表すソース画像データに変換する上記手段が、コンピュータ上で動作することが可能なコンピュータ・ソフトウエアを含む、上記(1)に記載のカラー画像伝送装置。

【0064】(7) カプセル化されたデータ・パケットを受け取る手段と、上記カプセル化されたデータ・パケットを復号して、ヘッダ、受信画像データ、受信量子化テーブル Q_b および受信エントロピー・テーブルを抽出する復号手段と、上記受信量子化テーブルおよび受信エンントロピー・テーブルを使用して、上記受信画像データをカラー・ソース画像データに伸張する伸張エンジンと、上記カラー・ソース画像データからカラー画像を再生成する手段と、を備える上記(1)に記載のカラー画像伝送装置。

(8) 上記受信量子化テーブル Q_b を尺度づけして、上記伸張エンジンによって使用される尺度づけされた量子化テーブル Q_b を作成する尺度づけ手段を更に備える、上記(7)に記載のカラー画像伝送装置。

(9) 上記尺度づけされた量子化テーブルが、基準画像

のエネルギーおよび走査画像のエネルギーのあらかじめ定められた関数に従って、上記受信量子化テーブルに関係づけられる、上記(8)に記載のカラー画像伝送装置。

(10) V を基準画像の分散マトリックス、 V_r を走査画像の分散マトリックスとする時、 S を、式 $S[k,1]^2 = V[k,1]/V_r[k,1]$ によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントに持つ尺度マトリックスとして、上記あらかじめ定められた関数が、式 $Q_b = S \times Q$ によって与えられる、上記(9)に記載のカラー画像伝送装置。

(11) 上記ヘッダに応じて、上記受信量子化テーブルを選択的に尺度づけする手段を備える、上記(10)に記載のカラー画像伝送装置。

(12) カラー画像をカラー・ソース画像データから再生成する上記手段が、該カラー画像をコンピュータ表示装置上に表示するため該コンピュータ上で動作することが可能なコンピュータ・ソフトウエアを含む、上記(7)に記載のカラー画像伝送装置。

(13) ソース画像データを変換する上記手段が、離散コサイン変換を使用して変換する手段を含む、上記(1)に記載のカラー画像伝送装置。

【0065】(14) テキストおよび画像品質が向上するように伸張画像を生成する画像を圧縮し、伝送し、伸張する方法であって、第1の量子化テーブル Q_b を使用してソース画像を圧縮画像データに圧縮するステップと、基準画像のエネルギーおよび走査画像のエネルギーのあらかじめ定められた関数に従って上記第1の量子化テーブルに関係づけられるように第2の量子化テーブル Q_b を作成するステップと、上記圧縮画像データを伝送するステップと、上記第2の量子化テーブル Q_b を使用して、上記圧縮画像データを伸張するステップと、を含む方法。

(15) 上記第2の量子化テーブルを作成するステップが、あらかじめ定められる関数に従って、上記第1の量子化テーブルを尺度づけして上記第2の量子化テーブルを作成するステップを含む、上記(14)に記載の方法。

(16) 上記第1の量子化テーブルを尺度づけして上記第2の量子化テーブルを作成するステップが、上記圧縮画像データを伝送するステップに先行して実行される、上記(15)に記載の方法。

(17) 上記第1の量子化テーブルを尺度づけして上記第2の量子化テーブルを作成するステップが、上記圧縮画像データを伝送するステップの後に実行される、上記(15)に記載の方法。

(18) 第2の量子化テーブルを作成する上記ステップが、 V を基準画像の分散マトリックス、 V_r を走査画像の分散マトリックスとする時、 S を、式 $S[k,1]^2 = V[k,1]/V_r[k,1]$ によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントに持つ尺度マトリックスとして、式 $Q_b = S \times Q$ に従って、上記第2の量子化テーブル Q_b が上記第1の量子化テーブ

ル Q_b に関係づけられるように上記第2の量子化テーブルを作成するステップを含む、上記(15)に記載の方
法。

(19) 上記(14)の第2の量子化テーブルを作成するステップが、上記圧縮画像データと上記第2の量子化テーブルをカブセル化して1つのカブセル化されたデータ・ファイルを形成するステップと、上記カブセル化されたデータ・ファイルを伝送するステップと、を含む上記(14)に記載の方法。

(20) 上記(14)の第2の量子化テーブルを作成するステップが、目標画像を選択するステップと、目標画像を画像ファイルに変換するステップと、を含む上記(14)に記載の方法。

(21) 上記目標画像を選択するステップが、画像の品質を決定する画像エレメントを有する目標画像を選択するステップを含む、上記(20)に記載の方法。

(22) 上記目標画像を選択するステップが、テキストを有する目標画像を選択するステップを含む、上記(20)に記載の方法。

(23) 上記目標画像を選択するステップが、飾りつきフォントを持つテキストを有する目標画像を選択するステップを含む、上記(20)に記載の方法。

(24) 上記走査画像が基準画像である、上記(14)に記載の方法。

【0066】(25) JPEG圧縮規格に準拠して画像を圧縮する際に使用される量子化テーブルを作成する方法であって、第1の量子化テーブル Q_b を選択するステップと、 V を基準画像の分散マトリックス、 V_w を走査画像の分散マトリックスとする時、 S を、式 $S[k,1]^t = V[k,1]/V_w[k,1]$ によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントに持つ尺度マトリックスとして、式 $Q_b = S \times Q_b$ に従って、上記第1の量子化テーブル Q_b に関係づけられるように第2の量子化テーブル Q_b を作成するステップと、を含む方法。

(26) 上記第2の量子化テーブル Q_b を作成するステップが、基準画像を選択するステップと、上記基準画像を基準画像データに変換するステップと、上記基準画像データに関して分散マトリックス V を計算するステップと、を含む上記(25)に記載の方法。

(27) 上記第2の量子化テーブル Q_b を作成するステップが、走査画像を走査して走査画像データを生成するステップと、上記走査画像データに関して分散マトリックス V_w を計算するステップと、を含む上記(26)に記載の方法。

(28) 走査画像を走査して走査画像データを生成する上記ステップが、基準画像を走査するステップを含む、上記(27)に記載の方法。

【0067】(29) JPEG圧縮規格を使用して圧縮される圧縮画像のテキストおよび画像品質を改善する方法であって、基準画像を選択するステップと、上記基準

画像のエネルギーを決定するステップと、走査画像を選択するステップと、上記走査画像のエネルギーを決定するステップと、第1の量子化テーブル Q_b を選択するステップと、上記基準画像のエネルギーおよび上記走査画像のエネルギーの比率に従って、上記第1の量子化テーブルに尺度値を乗じて、第2の量子化テーブル Q_b を形成するステップと、上記第1の量子化テーブル Q_b を使用しJPEG規格に準拠してソース画像を圧縮するステップと、上記第2の量子化テーブル Q_b を使用しJPEG規格に準拠して圧縮されたソース画像を伸張するステップと、を含む方法。

(30) 基準画像のエネルギーを決定する上記ステップが、基準画像の分散マトリックス V を決定することを含む、上記(30)に記載の方法。

(31) 走査画像のエネルギーを決定する上記ステップが走査画像の分散マトリックス V_w を決定することを含む、上記(30)に記載の方法。

(32) 第2の量子化テーブル Q_b を形成する上記ステップが、式 $S[k,1]^t = V[k,1]/V_w[k,1]$ によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントに持つように尺度マトリックス S を決定し、式 $Q_b = S \times Q_b$ に従って、上記第1の量子化テーブル Q_b に上記尺度マトリックス S を各エレメント毎に乗じて第2の量子化テーブル Q_b を作成するステップを含む、上記(31)に記載の方法。

(33) 上記圧縮画像データと上記第2の量子化テーブルをカブセル化して1つのJPEGファイルを形成するステップと、上記カブセル化されたJPEGファイルを限定帯域チャネルを通して伝送するステップと、を含む上記(29)に記載の方法。

30 (34) 複数の基準画像を選択するステップと、各基準画像のエネルギーを決定するステップと、上記複数基準画像のエネルギーの平均値を計算するステップと、上記複数基準画像の平均エネルギーと上記走査画像のエネルギーの比率に従って、上記第1の量子化テーブル Q_b に尺度値を乗じて、第2の量子化テーブル Q_b を形成するステップと、を含む上記(29)に記載の方法。

(35) 複数の基準画像を選択する上記ステップが、それぞれが異なる図形データを含む複数の基準画像を選択するステップを含む、上記(34)に記載の方法。

40 (36) 複数の走査画像を選択するステップと、各走査画像のエネルギーを決定するステップと、上記複数走査画像のエネルギーの平均値を計算するステップと、上記基準画像のエネルギーと上記複数走査画像の平均エネルギーの比率に従って、上記第1の量子化テーブル Q_b に尺度値を乗じて、第2の量子化テーブル Q_b を形成するステップと、を含む上記(29)に記載の方法。

【0068】
【発明の効果】従来技術のJPEG圧縮エンジンまたは伸張エンジンの構成を変えることなく、走査画像における画像、特にテキストの視覚品質を向上する計算効率の

高い圧縮方法および装置が実現する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術のJPEG圧縮エンジンのブロック図である。

【図2】JPEG圧縮ファイルの典型的な形式を示す図である。

【図3】従来技術のJPEG伸張エンジンのブロック図である。

【図4】本発明に従って尺度づけされた量子化テーブルを形成する方法の流れ図である。

【図5】本発明に従って尺度づけされた量子化テーブルを含むJPEG圧縮ファイルを示す図である。

【図6】本発明に従うJPEG伸張エンジンのブロック図である。

【図7】本発明に従うJPEG圧縮エンジンおよび伸張エンジンを含むカラー・ファクシミリ機のブロック図である。

【符号の説明】

10, 78, 140 JPEG圧縮エンジン

12 ラスタ/ブロック変換器

14, 18, 22, 26, 32, 52, 56, 59, 60 パス

0 バス

16 前進離散コサイン変換器 (FDCT)

* 20 量子化器

24, 38, 48 量子化テーブル (Qテーブル)

28 エントロピー符号器

30, 40, 46, 80, 90, 99 ハフマン・テーブル (Hテーブル)

34 JPEG圧縮ファイル

36, 86 JPEGヘッダ

42, 92 圧縮画像データ

43, 94, 150 JPEG伸張エンジン

10 44, 96 ヘッダ検出器

50, 98 エントロピー復号器

54, 104 逆量子化器

57, 105 逆離散コサイン変換器 (IDCT)

58, 106 ブロック/ラスタ変換器

62 尺度づけされた量子化テーブル形成方法

82 尺度器

83, 88, 102 尺度づけされたQテーブル

84 JPEG形式ファイル

134 カラー・ファクシミリ機

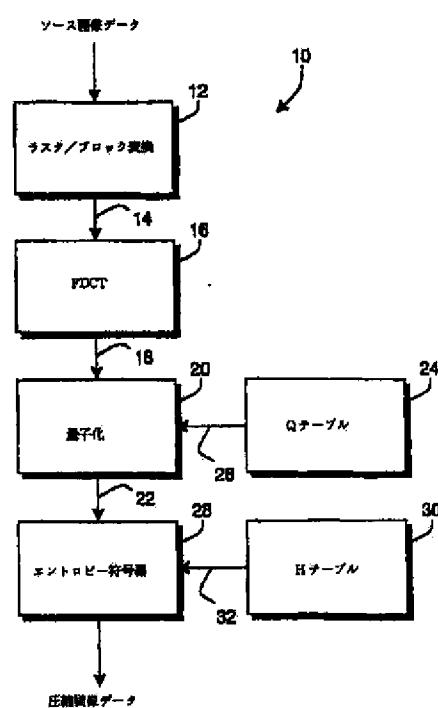
20 136 走査器

138, 152 補正/変換エンジン

154 プリント

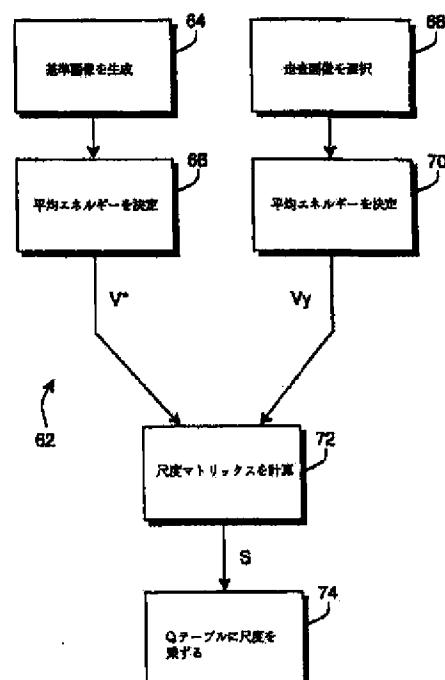
*

【図1】

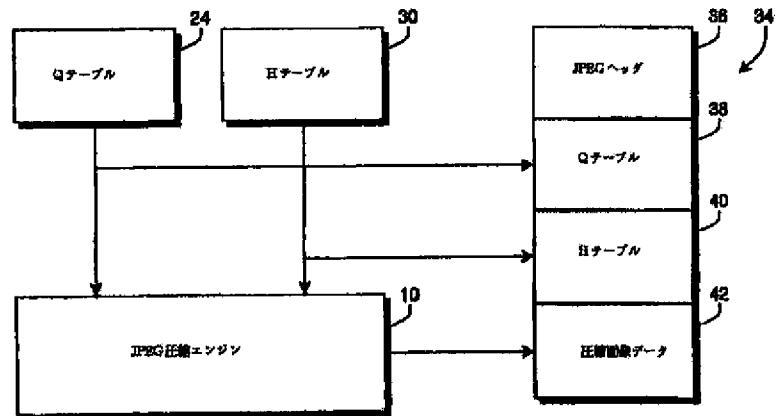


(従来技術)

【図4】

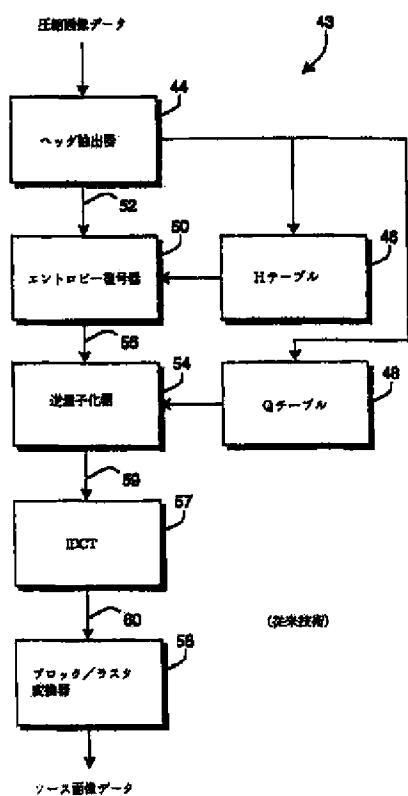


【図2】



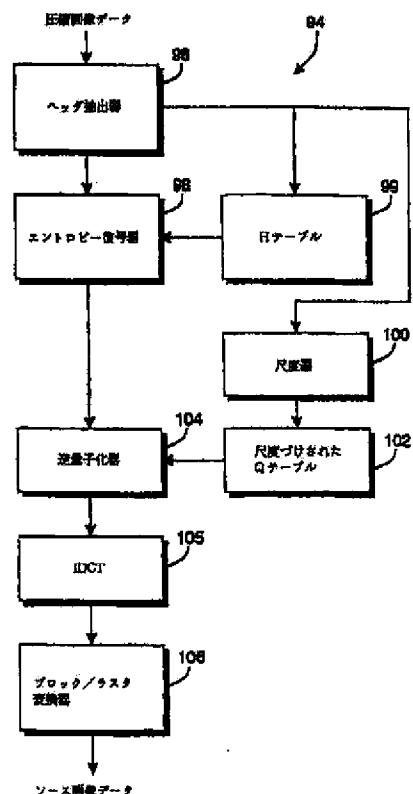
（従来技術）

【図3】

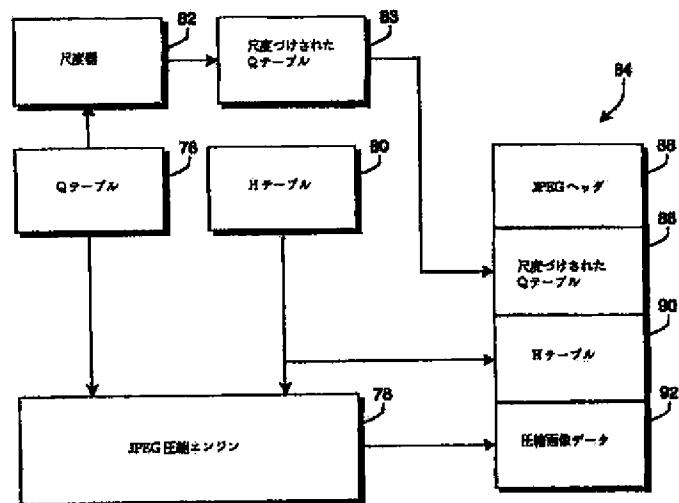


（従来技術）

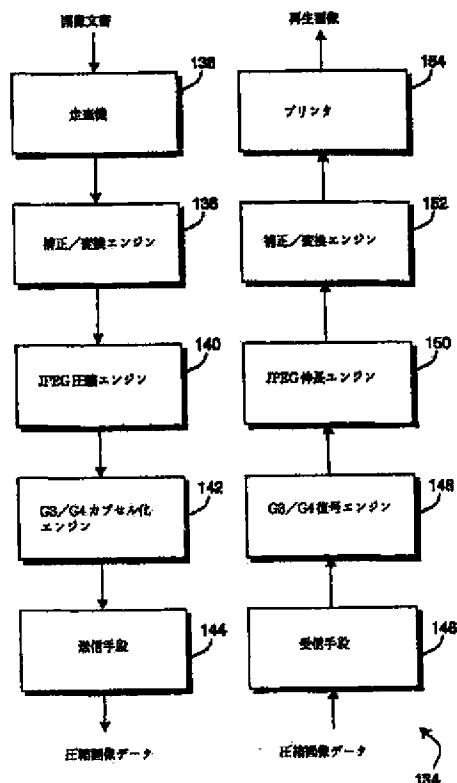
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 コンスタンチノス・コンスタンチニデス
アメリカ合衆国95118カリフォルニア州サ
ン・ノゼ、ジャコブ・アベニュー 1508

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成14年8月2日(2002.8.2)

【公開番号】特開平8-289324

【公開日】平成8年11月1日(1996.11.1)

【年通号数】公開特許公報8-2894

【出願番号】特願平8-42751

【国際特許分類第7版】

H04N 11/04

H03M 7/30

H04N 1/41

【F1】

H04N 11/04 Z

H03M 7/30 A

H04N 1/41 C

【手続補正書】

【提出日】平成14年5月8日(2002.5.8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】カラー画像を、該カラー画像を表すカラーソース画像データに変換する手段と前記ソース画像データを圧縮画像データに圧縮する圧縮エンジンとを含むカラー画像伝送装置であって、

前記圧縮エンジンは、

前記ソース画像データを変換後画像データに変換する変換手段と、

複数エレメントからなる第1の量子化テーブル Q_1 を記憶する手段と、

前記第1の量子化テーブルに含まれるエレメントに従って、前記変換後画像データを量子化画像データに変換する量子化手段と、

前記第1の量子化テーブル Q_1 と関係するが同一ではない第2の複数エレメント量子化テーブル Q_2 を記憶する手段と、

エントロピー・テーブルを使用して前記量子化画像データを符号化画像データに変換するエントロピー・符号化手段とを含み、

前記符号化画像データ、前記第2の量子化テーブルおよび前記エントロピー・テーブルをカプセル化することによってカプセル化データ・ファイルを形成するカプセル化手段と、

前記カプセル化データ・ファイルを伝送する手段と、をさらに含むカラー画像伝送装置。

【請求項2】あらかじめ定められた関数に従って、前記

第1の量子化テーブル Q_1 をスケーリングすることによって前記第2の量子化テーブル Q_2 を作成するスケーリング手段をさらに含む、請求項1に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項3】前記第2の量子化テーブルは、基準画像のエネルギーと走査画像のエネルギーのあらかじめ定められた関数に従って前記第1の量子化テーブルに関係づけられる、請求項1に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項4】 V を基準画像の分散マトリックス、 V_r を走査画像の分散マトリックスとするとき、 S を、式

$$S[k,1]^t = V[k,1]/V_r[k,1]$$

によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントを持つスケーリングマトリックスとすると、前記あらかじめ定められた関数が、式

$$Q_2 = S \times Q_1$$

によって与えられる、請求項1に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項5】カラー画像を、該カラー画像を表すカラーソース画像データに変換する前記手段は、

カラー走査器と、

カラー・ソース画像データをガンマ補正する手段と、

前記カラー・ソース画像データを第1のカラー空間から

第2のカラー空間へ変換する手段と、

を含む請求項1に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項6】カラー画像を、該カラー画像を表すカラーソース画像データに変換する前記手段は、コンピュータ上で動作可能なコンピュータ・ソフトウェアを含む、請求項1に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項7】カプセル化データ・パケットを受け取る手段と、

前記カプセル化データ・パケットを復号して、ヘッダ、受信画像データ、受信量子化テーブル Q_2 および受信エン

トロピー・テーブルを抽出する復号手段と、前記受信量子化テーブルおよび受信エントロピー・テーブルを使用して、前記受信画像データをカラー・ソース画像データに伸張する伸張エンジンと、前記カラー・ソース画像データからカラー画像を再生成する手段と、を含む請求項1に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項8】前記受信量子化テーブル Q_q をスケーリングして、前記受信量子化テーブルの代わりに前記伸張エンジンによって使用されるスケーリング量子化テーブル Q_s を作成するスケーリング手段をさらに備える、請求項7に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項9】前記スケーリング量子化テーブルは、基準画像のエネルギーと走査画像のエネルギーのあらかじめ定められた関数に従って前記受信量子化テーブルに関係づけられる、請求項8に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項10】 V を基準画像の分散マトリックス、 V_v を走査画像の分散マトリックスとするとき、 S を、式

$$S[k,1]^2 = V[k,1]/V_v[k,1]$$

によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントを持つスケーリングマトリックスとすると、前記あらかじめ定められた関数が、式

$$Q_s = S \times Q_q$$

によって与えられる、請求項9に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項11】前記ヘッダに応じて前記受信量子化テーブルを選択的にスケーリングする手段をさらに含む、請求項10に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項12】カラー画像を前記カラー・ソース画像データから再生成する前記手段には、該カラー画像をコンピュータ表示装置上に表示する該コンピュータ上で動作可能なコンピュータ・ソフトウェアが含まれる、請求項7に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項13】前記変換手段には、離散コサイン変換を使用して前記ソース画像データを変換画像データに変換する手段が含まれる、請求項1に記載のカラー画像伝送装置。

【請求項14】テキストおよび画像の品質が向上した伸張画像を生成する、画像を圧縮し伝送する方法であつて、

第1の量子化テーブル Q_q を使用してソース画像を圧縮画像データに圧縮するステップと、第2の量子化テーブル Q_s が走査器によって引き起こされた画像の劣化を補償するように、基準画像のエネルギーおよび走査画像のエネルギーのあらかじめ定められた関数に従って前記第1の量子化テーブルに関係する第2の量子化テーブル Q_s を作成するステップと、

前記圧縮画像データを伝送するステップと、

前記第2の量子化テーブル Q_s を使用して前記圧縮画像データを伸張するステップと、

を含む方法。

【請求項15】前記第2の量子化テーブルを作成するステップには、あらかじめ定められた関数に従って前記第1の量子化テーブルをスケーリングするステップが含まれる、請求項14に記載の方法。

【請求項16】テキストおよび画像の品質が向上した伸張画像を生成する、画像を圧縮し伝送する方法であつて、

第1の量子化テーブル Q_q を使用してソース画像を圧縮画像データに圧縮するステップと、基準画像のエネルギーおよび走査画像のエネルギーのあらかじめ定められた関数に従って前記第1の量子化テーブルに関係する第2の量子化テーブル Q_s を作成するステップと、

前記圧縮画像データを伝送するステップと、

前記第2の量子化テーブル Q_s を使用して前記圧縮画像データを伸張するステップとを含み、

前記第2の量子化テーブルを作成するステップには、前記圧縮画像データを伝送するステップに先行して、あらかじめ定められた関数に従って前記第1の量子化テーブルをスケーリングするステップが含まれる、方法。

【請求項17】前記あらかじめ定められた関数に従って前記第1の量子化テーブルをスケーリングするステップは、前記圧縮画像データを伝送するステップの後に実行される、請求項15に記載の方法。

【請求項18】前記第2の量子化テーブル Q_s を作成するステップには、 V を基準画像の分散マトリックス、 V_v を走査画像の分散マトリックスとするとき、 S を、式

$$S[k,1]^2 = V[k,1]/V_v[k,1]$$

によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントを持つスケーリングマトリックスとすると、式

$$Q_s = S \times Q_q$$

に従って前記第1の量子化テーブル Q_q に関係する前記第2の量子化テーブル Q_s を作成するステップが含まれる、請求項15に記載の方法。

【請求項19】テキストおよび画像の品質が向上した伸張画像を生成する、画像を圧縮し伝送する方法であつて、

第1の量子化テーブル Q_q を使用してソース画像を圧縮画像データに圧縮するステップと、

基準画像のエネルギーおよび走査画像のエネルギーのあらかじめ定められた関数に従って前記第1の量子化テーブルに関係する第2の量子化テーブル Q_s を作成するステップと、

前記圧縮画像データを伝送するステップと、

前記第2の量子化テーブル Q_s を使用して前記圧縮画像データを伸張するステップと、

前記圧縮画像データと前記第2の量子化テーブル Q_s をカブセル化してカブセル化データ・ファイルを形成するステップと、

前記カプセル化データ・ファイルを伝送するステップと、
を含む方法。

【請求項20】前記第2の量子化テーブルを作成するステップは、
目標画像を選択するステップと、
該目標画像を画像ファイルに変換するステップと、
を含む請求項14に記載の方法。

【請求項21】前記目標画像を選択するステップには、
画像の品質を決定する画像エレメントを有する目標画像を選択することが含まれる、請求項20に記載の方法。

【請求項22】前記目標画像を選択するステップには、
テキストを有する目標画像を選択することが含まれる、
請求項20に記載の方法。

【請求項23】前記目標画像を選択するステップには、
飾りつきフォントを持つテキストを有する目標画像を選択することが含まれる、請求項20に記載の方法。

【請求項24】JPEG圧縮規格に準拠して画像を圧縮する際に使用される量子化テーブルを作成する方法であって、
第1の量子化テーブル Q_1 を選択するステップと、
 V を基準画像の分散マトリックス、 V_r を走査画像の分散マトリックスとするとき、 S を、式

$$S[k,1]^T = V[k,1]/V_r[k,1]$$

によって与えられる $S[k,1]$ を各エレメントを持つスケーリングマトリックスとすると、式

$$Q_1 = S \times Q$$

に従って前記第1の量子化テーブル Q_1 に関係する第2の量子化テーブル Q_2 を作成するステップと、
を含む方法。

【請求項25】前記第2の量子化テーブル Q_2 を作成するステップには、
基準画像を選択するステップと、
前記基準画像を基準画像データに変換するステップと、
前記基準画像データの分散マトリックス V を計算するステップと、
が含まれる請求項24に記載の方法。

【請求項26】前記第2の量子化テーブル Q_2 を作成するステップには、
走査画像を走査して走査画像データを生成するステップと、
前記走査画像データの分散マトリックス V_r を計算するステップと、
が含まれる請求項25に記載の方法。

【請求項27】走査画像を走査して走査画像データを生成する前記ステップには前記基準画像を走査することが含まれる、請求項26に記載の方法。

【請求項28】JPEG圧縮規格を使用して圧縮される圧縮画像のテキストおよび画像の品質を改善する方法であって、

基準画像を選択するステップと、
前記基準画像のエネルギーを決定するステップと、
走査画像を選択するステップと、
前記走査画像のエネルギーを決定するステップと、
第1の量子化テーブル Q_1 を選択するステップと、
第2の量子化テーブル Q_2 が走査器によって引き起こされた画像の劣化を補償するように、前記基準画像のエネルギーおよび前記走査画像のエネルギーの比率に従って、
前記第1の量子化テーブルにスケーリング値を乗じて第2の量子化テーブル Q_2 を形成するステップと、
前記第1の量子化テーブル Q_1 を使用して、JPEG規格に準拠してソース画像を圧縮するステップと、
前記第2の量子化テーブル Q_2 を使用して、伸張された画像が改善された画像品質を有するようにJPEG規格に準拠して圧縮されたソース画像を伸張するステップと、
を含む方法。

【請求項29】基準画像のエネルギーを決定する前記ステップには、基準画像の分散マトリックス V を決定することが含まれる、請求項28に記載の方法。

【請求項30】走査画像のエネルギーを決定する前記ステップには、走査画像の分散マトリックス V_r を決定することが含まれる、請求項29に記載の方法。

【請求項31】第2の量子化テーブル Q_2 を形成する前記ステップは、

$V[k,1]$ を分散マトリックス V における対応するエレメント、 $V_r[k,1]$ を分散マトリックス V_r における対応するエレメントとするととき、各エレメント $S[k,1]$ が式

$$S[k,1]^T = V[k,1]/V_r[k,1]$$

によって与えられるようにスケーリングマトリックス S を決定するステップと、式

$$Q_2 = S \times Q_1$$

に従って前記第1の量子化テーブル Q_1 に前記スケーリングマトリックス S を乗じて第2の量子化テーブル Q_2 を作成するステップと、
を含む、請求項30に記載の方法。

【請求項32】JPEG圧縮規格を使用して圧縮される圧縮画像のテキストおよび画像の品質を改善する方法であって、

基準画像を選択するステップと、
前記基準画像のエネルギーを決定するステップと、
走査画像を選択するステップと、
前記走査画像のエネルギーを決定するステップと、
第1の量子化テーブル Q_1 を選択するステップと、
第2の量子化テーブル Q_2 が走査器によって引き起こされた画像の劣化を補償するように、前記基準画像のエネルギーおよび前記走査画像のエネルギーの比率に従って、
前記第1の量子化テーブルにスケーリング値を乗じて第2の量子化テーブル Q_2 を形成するステップと、
前記第1の量子化テーブル Q_1 を使用して、JPEG規格に準拠してソース画像を圧縮するステップと、

前記第2の量子化テーブル Q_b を使用して、伸張された画像が改善された画像品質を有するようにJPEG規格に準拠して圧縮されたソース画像を伸張するステップと、前記圧縮画像データと前記第2の量子化テーブル Q_b をカプセル化してJPEGファイルを形成するステップと、前記カプセル化JPEGファイルを限定帯域チャネルで伝送するステップと、

を含む方法。

【請求項33】複数の基準画像を選択するステップと、各基準画像のエネルギーを決定するステップと、前記複数の基準画像のエネルギーの平均値を計算するステップと、前記複数の基準画像の平均エネルギーと前記走査画像のエネルギーの比率に従って、前記第1の量子化テーブル Q_e にスケーリング値を乗じて第2の量子化テーブル Q_b を形成するステップと、

をさらに含む請求項28に記載の方法。

【請求項34】複数の基準画像を選択する前記ステップには、それぞれが異なる図形データを含む複数の基準画像を選択することが含まれる、請求項33に記載の方法。

【請求項35】複数の走査画像を選択するステップと、各走査画像のエネルギーを決定するステップと、前記複数の走査画像のエネルギーの平均値を計算するステップと、前記基準画像のエネルギーと前記複数の走査画像の平均エネルギーの比率に従って、前記第1の量子化テーブル Q_e にスケーリング値を乗じて第2の量子化テーブル Q_b を形成するステップと、

をさらに含む請求項28に記載の方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】

【数4】 $QD = S \times QE + B$

ただし、Sは、そのエレメント $S[k,1]$ が下記の式の表現に従って形成されるスケーリングマトリックスすなわち尺度マトリックスである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】

【数6】 $QD = (S \times QE) + B$ (1)

ただし、Sは、第1の量子化テーブル QE の各エレメントにスケーリング値すなわち尺度値を乗することによって第2の量子化エレメントの対応するエレメントを導出

するために使用される尺度マトリックスである。マトリックスSは、真のマトリックス乗算を行うように使用されるのではなく、乗算はエレメント対エレメントで行われる。第1の量子化テーブル QE のエレメントそれぞれに対して、尺度マトリックスSの中に対応するエレメントがあり、両者の対応するエレメント同士を乗することによって、第2の量子化テーブル QD の対応するエレメントが作成される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】輪郭強化技術は、本質において、伸張された画像の分散マトリックス($W^*[k,1]$)を基準画像の分散マトリックス($V^*[k,1]$)と合致させようと試行する。両者の合致の試行は、上記の量子化テーブルのスケーリングすなわち尺度づけによって実行される。これを実現するため、非圧縮画像と圧縮画像の間の関係が利用される。以下の導出がこの関係を明確にする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正内容】

【0048】スケーリングテーブルすなわち尺度テーブルの使用形態を図5を使用して明らかにする。図5において、第1のQテーブル・セット76が、JPEG圧縮規格に従って画像データを圧縮するJPEG圧縮エンジン78へ提供される。圧縮エンジン78は、Qテーブル76を使って量子化ステップを実行する。圧縮エンジン78は、また、上述のように、ハフマン・テーブル80を使用してエントロピー符号化を実行する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正内容】

【0049】次に、Qテーブル76が、図4を参照して上述した方法6.2を使用するスケーリング器すなわち尺度器82によって尺度付けされる。次に、JPEGヘッダ86、尺度づけされたQテーブル88、Hテーブル90および圧縮画像データ92を含むJPEG形式ファイル84が形成される。Qテーブル76を使用して量子化が実行されたが、尺度づけされたQテーブルが、伸張プロセスでの使用のため伝送される。尺度マトリックスによって表される2つの量子化テーブルの間の差が、本発明によるテキスト／画像強化技術が実現する目標である。本発明の利点の1つは、本発明の画像強化技術を実行するため、伸張エンジンに対して何ら変更を加える必

要がないことである。伸張エンジンは、尺度づけされてないQテーブルを使う場合と同様の方法で、尺度づけされたQテーブルを使う。このように、図3の従来技術の伸張エンジンは、そのまま、本発明に従って圧縮された画像を伸張することができる。それだけでなく、この伸張エンジンは、本発明によって改善された画像品質を保

ちながら画像伸張を実行することができる。加えて、尺度づけされたQテーブルは事前にコンパイルしメモリに記憶することができるので、尺度づけステップをリアルタイムで実行する必要がない。従って、本発明のこの好ましい実施形態は尺度器82を必ずしも必要としない。